

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-097416

(43)Date of publication of application : 03.04.2003

(51)Int.Cl.

F03D 11/04

E04H 12/28

F03D 1/02

F03D 9/00

(21)Application number : 2001-292483

(71)Applicant : FUJIN CORPORATION:KK

(22)Date of filing : 25.09.2001

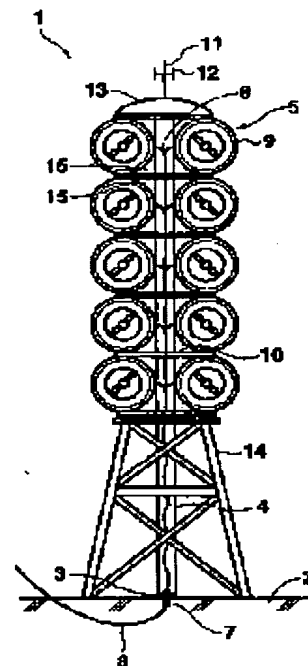
(72)Inventor : SUGIYAMA YUICHI

(54) AGGREGATE OF WIND POWER GENERATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-scale aggregate of a wind power generation device capable of obtaining sufficient generated power.

SOLUTION: This aggregate of the wind power generation device is constituted in such a way that it is composed of a support column installed rotatably on the surface of the earth or a base moored on the surface of the earth and the wind power generation devices arranged symmetrically relative to each other on both sides of the support column and each of the wind power generation devices includes a cylindrical duct whose wall body cross section is streamlined from a front end part to a rear end part, a cylindrical vessel fixed by a columnlike member erected from the inner wall surface of the duct, extending along a central axis of the duct, and storing a rotary shaft and a generator, and an impeller connected with the front end part of the rotary shaft.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-97416
(P2003-97416A)

(43) 公開日 平成15年4月3日(2003.4.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
F 0 3 D 11/04		F 0 3 D 11/04	A 3 H 0 7 8
E 0 4 H 12/28		E 0 4 H 12/28	Z
F 0 3 D 1/02		F 0 3 D 1/02	
9/00		9/00	B

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-292483(P2001-292483)

(22) 出願日 平成13年9月25日(2001.9.25)

(71) 出願人 501280781

株式会社風神コーポレーション
東京都新宿区四谷2丁目14番4号

(72) 発明者 杉山 雄一

神奈川県足柄上郡山北町向原5058

(74) 代理人 100074675

弁理士 柳川 泰男

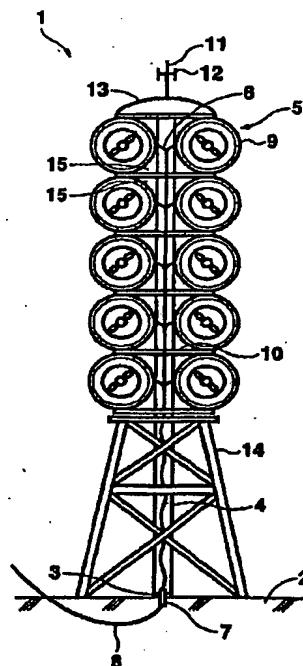
Fターム(参考) 3H078 AA02 AA11 AA26 AA31 BB11
CC01 CC22 CC44 CC47

(54) 【発明の名称】 風力発電装置集合体

(57) 【要約】

【課題】 十分な発電量が得られる、小規模の風力発電装置集合体を提供すること。

【解決手段】 地球表面もしくは地球表面に係留された基台に軸受けを介して回転可能に設置された支柱、そして該支柱の両側に互いに対称的に配置された風力発電装置からなり、該風力発電装置のそれぞれが、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、該ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置であることを特徴とする風力発電装置集合体。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 地球表面もしくは地球表面に係留された基台に軸受けを介して回転可能に設置された支柱、そして該支柱の両側に互いに対称的に配置された風力発電装置からなり、該風力発電装置のそれぞれが、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、該ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置であることを特徴とする風力発電装置集合体。

【請求項2】 支柱のそれぞれの側に二個以上の風力発電装置が配置され、そして各風力発電装置の円筒状ダクトの周囲に空気流通路があることを特徴とする請求項1に記載の風力発電装置集合体。

【請求項3】 支柱を回転可能に支持する支持台が付設されていることを特徴とする請求項1に記載の風力発電装置集合体。

【請求項4】 地球表面もしくは地球表面に係留された基台に設置された支柱、そして該支柱の上端に軸受けを介して回転可能に取り付けられた上部フレーム、該上部フレームに固定され、支柱の長手方向に沿って下方に延びる一対の垂直フレーム、そして該垂直フレームのそれぞれに備えられ、支柱を中心として互いに対称的に配置された風力発電装置からなり、該風力発電装置のそれぞれが、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、該ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定され、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置であることを特徴とする風力発電装置集合体。

【請求項5】 垂直フレームのそれぞれに二個以上の風力発電装置が配置され、そして各風力発電装置の円筒状ダクトの周囲に空気流通路があることを特徴とする請求項4に記載の風力発電装置集合体。

【請求項6】 支柱が、地球表面に設置された柱状構造物であることを特徴とする請求項4に記載の風力発電装置集合体。

【請求項7】 柱状構造物が、煙突であることを特徴とする請求項6に記載の風力発電装置集合体。

【請求項8】 支柱の外周に沿って回転可能な車輪が、垂直フレームの支柱側に付設されていることを特徴とする請求項4に記載の風力発電装置集合体。

【請求項9】 円筒状ダクトの中心軸方向の長さが、ダクト前端部での開口径の1.3乃至3.0倍の範囲にあることを特徴とする請求項1もしくは4に記載の風力発電装置集合体。

【請求項10】 ダクト前端部での開口径が、ダクト後端部での開口径の1.0乃至1.5倍の範囲にある請求項1もしくは4に記載の風力発電装置集合体。

【請求項11】 円筒状ダクトの壁体断面の前端部と後端部とを結ぶ直線に対して、外周側縁部と内周側縁部のいずれもが交差することがない請求項1もしくは4に記載の風力発電装置集合体。

【請求項12】 回転軸と発電機とを収容する筒状容器が、ダクト後端部よりも、ダクトの中心軸方向の長さの5乃至50%の範囲の長さで突き出している請求項1もしくは4に記載の風力発電装置集合体。

【請求項13】 羽根車が、2乃至5枚の羽根を有する請求項1もしくは4に記載の風力発電装置集合体。

【請求項14】 羽根車の直径が、0.3乃至5mの範囲にあることを特徴とする請求項1もしくは4に記載の風力発電装置集合体。

【請求項15】 地球表面もしくは地球表面に係留された基台に設置された支柱の上端に、軸受けを介して回転可能に上部フレームを取り付け、該上部フレームに、支柱の長手方向に沿って下方に延びる一対の垂直フレームを取り付け、そして該垂直フレームのそれぞれに、支柱を中心として互いに対称的な配置となるように風力発電装置を固定することを特徴とする風力発電装置の設置方法。

【請求項16】 風力発電装置のそれぞれが、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、該ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置であることを特徴とする請求項15に記載の風力発電装置の設置方法。

【請求項17】 垂直フレームのそれぞれに二個以上の風力発電装置が配置され、そして各風力発電装置の円筒状ダクトの周囲に空気流通路があることを特徴とする請求項16に記載の風力発電装置の設置方法。

【請求項18】 支柱が、地球表面に設置された柱状構造物であることを特徴とする請求項15に記載の風力発電装置の設置方法。

【請求項19】 柱状構造物が、煙突であることを特徴とする請求項18に記載の風力発電装置の設置方法。

【請求項20】 支柱の外周に沿って回転可能な車輪を、垂直フレームの支柱側に付設することを特徴とする請求項15に記載の風力発電装置の設置方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、風力発電装置集合体に関する。

【従来の技術】風力発電装置は、風により羽根車を回転させ、この回転エネルギーを発電機により電気エネルギーに変換して発電する装置である。風力発電装置は、風をエネルギー源とするために、発電のために特別なエネルギー源（石油燃料や核燃料など）を確保する必要がない、さらに発電により環境汚染物を生じないなどの大き

な利点を有するが、発電量が小さいという問題がある。風力発電装置により十分な発電量を得るために、多くの量の風が羽根車に当たるよう、羽根車の直径を大きくすることが一般的である。そして、直径が数十mにも及ぶ羽根車を備えた大型の風力発電装置が実用化されている。

【0002】風力発電装置に用いる羽根車は、風を受けて回転するが、風に乱流や急激な風向の変化を生じると失速して回転が停止する。直径の大きな羽根車を有する大型の風力発電装置は、発電量が大きい利点を有するが、羽根車が失速した場合に発電が停止してしまうため、発電の安定性に問題がある。

【0003】上記の問題を解決するために、直径の小さな羽根車を有する小型の風力発電装置を複数個用いた風力発電装置の集合体が知られている。風力発電装置集合体は、羽根車のうちの幾つかが失速しても、残りの羽根車が回転をして発電を続けるために、発電の安定性に優れている。

【0004】風力発電装置集合体は、発電の安定性には優れるが、羽根車の直径を小さくしたために発電量が小さい。この為、十分な発電量を得るためには、非常に多くの数の風力発電装置を用いて、大規模の風力発電装置集合体を構成する必要がある。従って、実用化される風力発電装置の殆どは、直径が数十m程度、大きいものでは直径が50m以上の羽根車を備えた大型の風力発電装置である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、十分な発電量が得られる小規模の風力発電装置集合体を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者は、羽根車の周囲が円筒状のダクトで囲まれた風力発電装置を複数個用いて集合体を構成することにより、十分な発電量が安定して得られ、かつ小規模の風力発電装置集合体を提供できることを見出した。

【0007】本発明は、地球表面もしくは地球表面に係留された基台に軸受けを介して回転可能に設置された支柱、そして支柱の両側に互に対称的に配置された風力発電装置からなり、風力発電装置のそれぞれが、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置であることを特徴とする風力発電装置集合体にある。本発明の風力発電装置集合体の好ましい態様は、下記の通りである。

【0008】(1) 支柱のそれぞれの側に二個以上の風力発電装置が配置され、そして各風力発電装置の円筒状ダクトの周囲に空気流通路がある。

(2) 支柱を回転可能に支持する支持台が付設されている。

【0009】本発明はまた、地球表面もしくは地球表面に係留された基台に設置された支柱、そして支柱の上端に軸受けを介して回転可能に取り付けられた上部フレーム、上部フレームに固定され、支柱の長手方向に沿って下方に延びる一対の垂直フレーム、そして垂直フレームのそれぞれに備えられ、支柱を中心として互に対称的に配置された風力発電装置からなり、風力発電装置のそれぞれが、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定され、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置であることを特徴とする風力発電装置集合体にもある。このような本発明の風力発電装置集合体の好ましい態様は、下記の通りである。

【0010】(1) 垂直フレームのそれぞれに二個以上の風力発電装置が配置され、そして各風力発電装置の円筒状ダクトの周囲に空気流通路がある。

(2) 支柱が、地球表面に設置された柱状構造物である。

(3) 前記の柱状構造物が、煙突である。

(4) 支柱の外周に沿って回転可能な車輪が、垂直フレームの支柱側に付設されている。

【0011】上記二つの本発明の風力発電装置集合体に用いられる風力発電装置の好ましい態様は、下記の通りである。

(1) 円筒状ダクトの中心軸方向の長さが、ダクト前端部での開口径の1.3乃至3.0倍の範囲にある。

(2) ダクト前端部での開口径が、ダクト後端部での開口径の1.0乃至1.5倍の範囲にある。

(3) 円筒状ダクトの壁体断面の前端部と後端部とを結ぶ直線に対して、外周側縁部と内周側縁部のいずれもが交差することがない。

(4) 回転軸と発電機とを収容する筒状容器が、ダクト後端部よりも、ダクトの中心軸方向の長さの5乃至50%の範囲の長さで突き出している。

(5) 羽根車が、2乃至5枚の羽根を有する。

(6) 羽根車の直径が、0.3乃至5mの範囲にある。

【0012】本発明はまた、地球表面もしくは地球表面に係留された基台に設置された支柱の上端に、軸受けを介して回転可能に上部フレームを取り付け、該上部フレームに、支柱の長手方向に沿って下方に延びる一対の垂直フレームを取り付け、そして該垂直フレームのそれぞれに、支柱を中心として互に対称的な配置となるように風力発電装置を固定することを特徴とする風力発電装置の設置方法にもある。本発明の風力発電装置の設置方法の好ましい態様は、下記の通りである。

【0013】(1) 風力発電装置のそれぞれが、壁体の

断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、該ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置である。

(2) 垂直フレームのそれぞれに二個以上の風力発電装置が配置され、そして各風力発電装置の円筒状ダクトの周囲に空気流通路がある。

(3) 支柱が、地球表面に設置された柱状構造物である。

(4) 前記の柱状構造物が、煙突である。

(5) 支柱の外周に沿って回転可能な車輪を、垂直フレームの支柱側に付設する。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の風力発電装置集合体を、添付の図面を用いて説明する。図1は、本発明の風力発電装置集合体の一例の構成を示す部分断面図である。図2は、図1に示す本発明の風力発電装置集合体の側面図である。図1および図2に示す本発明の風力発電装置集合体1は、地球表面2に軸受け3を介して回転可能に設置された支柱4、そして支柱4の両側に互いに対称的に配置された風力発電装置5などから構成される。それぞれの風力発電装置5が風を受けて発電すると、発電された電気エネルギーは、集電ケーブル6を通じて集められ、スリッピング7を介して送電ケーブル8から出力される。なお、図2においては、集電ケーブルと送電ケーブルの記載は略する。

【0015】また、風力発電装置5が受ける風の向きが変化した場合、風力発電装置5の備える円筒状ダクト9の外周面が受けた風の力により、支柱4を中心とするモーメントが生じて軸受け3が滑り、風力発電装置が配置された支柱4が、風力発電装置が風に向うように回転する。風力発電装置が配置された支柱4を、風力発電装置5が風に向うように回転させるために、ダクト9の側面から風が当たった場合の風圧抵抗中心が、支柱4の中心軸と一致しないように風力発電装置を配置することが好ましい。即ち、風力発電装置を側面から見た場合に、ダクトの前面、支柱の中心軸、そして風圧抵抗中心がこの順に配置されるように、あるいは、支柱の中心軸、ダクトの前面、そして風圧抵抗中心がこの順に配置されるように、風力発電装置を支柱に配置することが好ましい。また、風力発電装置集合体の適当な位置（例えば、ダクトの外周面の上部や支柱の頂部）に垂直安定板（フィン）を設けることも好ましい。

【0016】風力発電装置5は、ボルトなどの適当な固定手段を用いて支柱4に直接固定して配置してもよいし、支柱4に支持部材10などを付設して、支持部材10と風力発電装置5を固定して配置してもよい。また、風力発電装置集合体には、避雷針11や風向風速計12などを付設することもできる。風向風速計12の本体が

風雨に曝されないように、風向風速計の本体などを収容する容器13を支柱の頂部に設けることもできる。

【0017】また、支柱4を支える軸受け3の種類に特に制限はなく、転がり軸受け、すべり軸受けのいずれも用いることができる。図3は、転がり軸受けを用いた場合の、軸受けと支柱の接続部の一例の構成を示す断面図である。図3に示すように、支柱4は、転がり軸受け21を介して、地面に埋められた基礎コンクリート22の上に設置することが好ましい。軸受け21は、アンカーボルト23などの適当な固定具により、基礎コンクリート上に強固に固定される。

【0018】図4は、すべり軸受けを用いた場合の、軸受けと支柱の接続部の一例の構成を示す断面図である。支柱4は、すべり軸受け25を介して、地面に埋められた基礎コンクリート22の上に設置することが好ましい。滑り軸受け25は、軸受け枠体26に固定された円筒状のすべり部材27と、円盤状のすべり部材28とからなる。支柱4は、円盤状のすべり部材28の上に設置されている。円筒状すべり部材27は、支柱との摩擦を小さくするため、即ち支柱との接触面積を小さくするため、互いに間隔を空けて配置された複数のすべり部材から構成されていてもよい。同様に、円盤状すべり部材28は、互いに間隔を空けて配置された複数のすべり部材から構成されていてもよい。

【0019】図1に示すように、風力発電装置5を支柱4の両側に対称的に配置することにより、風力発電装置の自重により支柱のそれぞれの側で生ずる曲げモーメントを釣り合わせ、支柱4や軸受け3に加わる曲げモーメントを小さくすることができる。曲げモーメントを小さくすることにより、支柱や軸受けに必要な機械的強度が小さくなり、支柱の太さや軸受けの大きさを小さく設定できるため、風力発電装置集合体の規模を小さくできる。支柱や軸受けに加わる曲げモーメントをさらに小さくするために、支柱4を回転可能に支持する支持台14を付設することが好ましい。支柱を回転可能に支持するには、支柱4と支持台14との接触部に、軸受けや滑り部材（図示は略する）を付設すればよい。

【0020】次に、本発明の風力発電装置集合体1で用いる風力発電装置5について説明する。図5は、風力発電装置5の一例の構成を示す部分断面図である。また、図6に、図5で示す風力発電装置の正面図を示す。図5および図6に示す風力発電装置は、壁体の断面31が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト9、ダクト9の内壁表面から立設された柱状部材32によって固定されたダクト9の中心軸に沿って延びる筒状容器33を有する。そして筒状容器33には、回転軸34と発電機35とが収容され、回転軸34の前端部には羽根車36が接続されている。羽根車36は、風を受ける羽根37を2枚有している。そして、発電機35から電気エネルギーを取り出すために、発電機35と集電ケーブ

ル6とが電氣的に接続されている。

【0021】このような風力発電装置においては、円筒状ダクト9により、ダクト前面から内部に流入した風の速度が2倍以上に増速される。風のエネルギーは、風速の3乗に比例し、そして発電の効率は、羽根車が受ける風のエネルギーに比例する。従って、本発明で用いる風力発電装置の発電効率は、ダクトを用いない場合に比べて8倍以上となる。ダクトを備えた風力発電装置の詳細については後述する。

【0022】このような発電効率の高い風力発電装置を用いた本発明の風力発電装置集合体は、発電量が大きく且つ小規模である。具体的には、風速が10m/秒程度の場合、直径が3.6m程度の羽根車を備えた、ダクトを有しない風力発電装置の発電量は2kW程度であるが、直径が1.8m程度の羽根車を備えた、ダクトを有する風力発電装置の発電量は10kW程度である。従って、例えば、100kWの電力が必要とされる場合、従来の風力発電装置集合体においては、風力発電装置を50個程度用いる必要があるが、本発明の風力発電装置集合体においては、ダクトを有する風力発電装置を10個程度用いるだけでよい。

【0023】以上のように、本発明においては、発電効率の高い風力発電装置を用いることにより、支柱に配置する風力発電装置の数を少なくし、さらに風力発電装置を支柱の両側に互に対称的に配置することにより、支柱の太さや軸受けの大きさを小さくできるため、発電量が大きく且つ極めて小規模の風力発電装置集合体を得ることができる。このような構成の風力発電装置集合体は、予め一体とされた支柱と風力発電装置を、地上に設置された軸受けの上に乗せるだけで風力発電装置集合体を構成できるため、施工がし易いという利点もある。

【0024】なお、本発明の風力発電装置集合体における風力発電装置の数や配置は、風力発電装置が支柱の両側に対称的に配置される限り特に制限はない。例えば、100kW程度の発電量を得るためには、図1に示すように、支柱のそれぞれの側に5個の風力発電装置を配置することが好ましい。この場合、100kWの発電量を得るための風力発電装置の羽根車の直径は、1.8m程度でよい。また、300kW程度の発電量を得るには、支柱に配置する風力発電装置の数を増やしても良いが、羽根車の直径を2.4mとして、支柱のそれぞれの側に4個の風力発電装置を配置することが好ましい。

【0025】本発明の風力発電装置集合体は、必要とされる電力量に応じて、支柱に設置する風力発電装置の数を増減することができる。風力発電装置の数を増減するには、支柱のそれぞれの側に配置される風力発電装置の縦方向（支柱の長手方向）の数を増減すればよい。また、図7に示すように、横方向（水平方向）に風力発電装置をさらに増設しても良い。また、図8に示すように、風力発電装置が支柱の両側に対称的に配置されるよ

うに、風力発電装置を千鳥状に配置することもできる。

【0026】次に、本発明の風力発電装置集合体の別な態様について説明する。図9は、本発明の風力発電装置集合体の別な一例の構成を示す部分断面図である。図10は、図9に示す風力発電装置集合体の平面図である。図9および図10に示す風力発電装置集合体41は、地球表面2に設置された支柱42、そして支柱42の上端に軸受け43を介して回転可能に取り付けられた上部フレーム44、上部フレーム44に固定され、支柱の長手方向に沿って下方に延びる一対の垂直フレーム45、そして垂直フレーム45のそれぞれに備えられ、支柱42を中心として互に対称的に配置された風力発電装置5などから構成される。そして風力発電装置5のそれぞれとしては、前記と同様に円筒状ダクト9を有する風力発電装置が用いられる。それぞれの風力発電装置5が風を受けて発電をすると、発電された電気エネルギーは集電ケーブル6により集められ、スリップリング7を介して送電ケーブル8に出力される。

【0027】前記の風力発電装置集合体と同様に、風力発電装置5が受ける風の向きが変化した場合、風力発電装置5の備える円筒状ダクト9の外周面が受けた風により支柱42を中心とするモーメントが生じて軸受け43が滑り、風力発電装置が配置されたフレームが、風力発電装置5が風に向うように回転する。また、風もしくは風力発電装置の自重により垂直フレーム45に加わる曲げモーメントを小さくするために、垂直フレームの支柱側には、支柱の外周面に沿って回転可能な車輪46を付設することが好ましい。また、風力発電装置が固定されるフレームの強度を高くするために、上部フレーム44に固定され、支柱の長手方向に沿って延びる補助フレーム47を付設することも好ましい。また、垂直フレーム同士を互いに固定するように環状の補助フレーム（図示は略する）を付設することも好ましい。

【0028】図9及び図10に示す本発明の風力発電装置集合体41は、高発電効率の風力発電装置5を用いるために小規模であり、重量も小さい。従って、風力発電装置を支える支柱に必要な強度が小さくてよいため、既設の柱状構造物を支柱として利用することができる。既設の柱状構造物としては、化学工場などに設置されている煙突を代表的な例として挙げることができる。また、従来の大型の風力発電装置の支柱をそのまま利用して、本発明の風力発電装置集合体を構成することもでき、その場合、風力発電装置集合体を設置する新たな敷地を確保する必要がないという利点がある。このような利点を生かして、例えば、必要な電力量が小さい場合には、既設の柱状構造物に公知の風力発電装置（ダクトの有無は問わない）を設置して、本発明の風力発電装置集合体を構成することもできる。

【0029】以上に記載した二種類の本発明の風力発電装置集合体は、小規模且つ軽量であるため、地上のみで

なく、河川、湖、海などの水上に置かれたフロートなどの上に配置することもできる。また、沿岸部の海底に支柱を設置して、海面上に突き出した支柱に風力発電装置を配置して風力発電装置集合体を構成することもできる。一般に、海上における風速は、陸上に比べて20～80%程度大きいことが知られている。本発明の風力発電装置集合体は、海上における風速の大きな風をさらに増速させて発電するため、海上もしくは海岸沿いなどに設置することも好ましい。

【0030】本発明の風力発電装置集合体においては、高発電効率の風力発電装置を用いることが重要なポイントである。一例として、図5に示す風力発電装置の円筒状ダクト9の内部における風速について、計算機シミュレーションを行った。計算機シミュレーションにおいては、円筒状ダクトの最小の内径 D_1 を1800mm、ダクト前端部での開口径 D_2 を3166mm、ダクトの最大の外径 D_3 を3622mm、ダクトの中心軸方向の長さ L_1 を5000mmとした。また、ダクト前端部での開口径とダクト後端部での開口径とは、互いに等しくした。なお、発電機が収容された筒状容器は、ダクト後端部から1000mm(L_2)突き出させた。

【0031】羽根車36に羽根37を取り付けた状態では、計算機シミュレーションに非常に複雑な計算を要するため、羽根を取り付けない状態(コーン38は取り付けた状態)でのシミュレーションを行った。図5に、ダクト前面側の風速を1とした場合のダクト内部における風速値の計算結果を記載した。図5に示したダクト9の内部において、横に数字が記載された細い線は、風速が等しい場所を意味している。そして、線に添えて記載した数値は、計算した風速値である。

【0032】この計算機シミュレーション結果から、羽根車36を、ダクト9の内径が最小となる位置(ダクト前面から2250mmの位置)からダクト中心軸に沿って、ダクトの中心軸方向の長さの5%の距離(250mm)前方に位置するように設置した場合、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風は、羽根の先端付近で2.6倍に増速されることがわかる。風のエネルギーは、風速の3乗に比例し、そして発電の効率は、羽根車が受ける風のエネルギーに比例する。従って、本発明で用いる風力発電装置の発電効率は、ダクトを用いない場合に比べて17倍程度になることが推測される。

【0033】本発明で用いる風力発電装置5は、壁体の断面31が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト9により、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風を増速し、高い発電効率を得ている。以下に、このような風力発電装置の発電効率を高くするための好ましい態様について記載する。

【0034】本発明で用いる風力発電装置5の円筒状ダクト9の中心軸方向の長さ(L_1)は、ダクト前端部での開口径(D_2)の1.3乃至3.0倍の範囲にあるこ

とが好ましい。風力発電装置5のダクトの中心軸方向の長さ(L_1)を長くすることで発電効率が高くなる理由については、幾つか推測することができる。従来から、羽根車の直径を大きくしてより多くの風を受けたり、ダクトの壁体の内周側縁部を流線形として、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風を増速し、この増速した風を羽根車で受けることにより、風力発電装置の発電効率をある程度高くできることは知られている。発電効率を高めるこれらの方法においては、羽根車が受ける風のみが注目されている。即ち、羽根車を通過後の風は、羽根車の回転には用いられないので、発電効率を高める検討において、特に注目されていない。

【0035】本発明者は、羽根車を通過後の風の流れと、ダクトの形状との関係について詳細な検討をした。その結果、羽根車を通過後の風の流れが乱れる(渦の発生など)と、風に進行方向以外の速度成分が生じて、ダクト内部の羽根車の後方において風の流れが遅くなるということがわかった。羽根車の後方における風の乱れは、様々な場所で生じる。風の乱れの例としては、ダクト9、筒状容器33、または柱状部材32の後方で生ずる後流、あるいは、ダクト内面、筒状容器表面、柱状部材表面から風が剥離することにより生じるカルマン渦などが挙げられる。

【0036】ダクト内部の羽根車の後方において風の流れが遅くなると、ダクトの壁体の断面形状が流線形でも、ダクト前面側から内部に流れ込んだ風が増速し難くなる。ダクトの中心軸方向の長さを、ダクト前端部での開口径に対して長くすることにより、羽根車の後方における風の乱れが生じる位置を、羽根車の設置された位置より十分後方に移すことができる。従って、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風は、羽根車に到達するまでに十分に増速することができる。

【0037】さらに風力発電装置を高発電効率とするために、羽根車の後方における風の乱れを防止し、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風を十分増速するために、円筒状ダクト9の壁体の断面31の前端部と後端部とを結ぶ直線に対して、外周側縁部と内周側縁部のいずれも交差しないことが好ましい。

【0038】また、ダクトの外周面において渦が発生すると、発生した渦がダクトの後方(羽根車の後方)に移動することがある。従って、外周面における渦の発生を防止するため、壁体の断面の外周側縁部も流線形とすることがさらに好ましい。このように、本発明で用いる風力発電装置は、発電効率を高くするために、ダクトの外周面を流れる風も利用することが好ましい。従って、上記の二種類の本発明の風力発電装置集合体においては、それぞれの風力発電装置のダクトの周囲には空気流通路があることが好ましい。従って、図1に示す本発明の風力発電装置集合体において、風力発電装置5の周囲には、空気流通路15があることが好ましい。同様に、図

7～図9に示す本発明の風力発電装置集合体においても、風力発電装置5の周囲には、空気流通路15があることが好ましい。

【0039】なお、壁体断面の内周側縁部の形状を、ダクト前面側から内部に流れ込んだ風を、ダクトの内部で乱れを生じさせずに増速するという目的の範囲内で変形した形状は、本発明でいう「流線形」に含まれる。そして外周側縁部の形状を、渦の発生を防止するという目的の範囲内で変形した形状は、本発明でいう「流線形」に含まれる。このような変形の例として、ダクトの外周側縁部の形状が、ダクトの前端から後端に達するまでの一部において流線形をなしている場合が挙げられる。外周側縁部の形状の一部が流線形であれば、渦の発生をある程度は抑えられる。さらに、外周側縁部の形状について、本発明でいう「流線形」には、特別な場合として、直線（壁体の断面の前端部と後端部とを結ぶ直線に一致する）も含まれる。

【0040】風力発電装置のダクトの壁面の断面形状としては、航空機分野で詳細に検討されている公知の翼の形状を用いることができる。ダクトの断面形状として好ましい翼の例としては、NACA65, -618 ($a=0.5$)、NACA64, -618、NACA63, -618、FX61-184、およびFX66-S-196V1が挙げられ、NACA65, -618 ($a=0.5$)の翼が特に好ましい。

【0041】また、図5に示すように、回転軸34と発電機35とを収容する筒状容器33が、ダクト9の後端部よりも、ダクトの中心軸方向の長さ(L_1)の5乃至50%の範囲の長さで突き出していることが好ましく、5乃至40%の範囲の長さで突き出していることがさらに好ましい。ダクトの後端部から筒状容器を突き出すことで、筒状容器の後端から発生する後流（もしくはカルマン渦など）をダクトの外で発生させ、羽根車の後方の風の乱れをさらに防止することができる。また、ダクトの後端と筒状容器の後端とが近い位置に配置されると、それぞれの後端付近から発生する渦が合成されてより大きな渦となり、羽根車の後方の風の流れを悪くするため、筒状容器は、ダクトの中心軸方向の長さの5%以上の長さで突き出すことが好ましく、10%以上の長さで突き出すことがさらに好ましい。

【0042】さらに、ダクト内部において風を増速させるため、ダクト前端部での開口径(D_1)を、ダクト後端部での開口径よりやや大きくすることも好ましく、ダクト前端部での開口径は、ダクト後端部での開口径の1.0乃至1.5倍の範囲にあることが好ましい。そして、ダクトの壁体の断面形状による風の増速効果を高めるため、ダクト前端部での開口径(D_1)が、ダクトの最小の内径(D_2)に対して1.5乃至3.0倍の範囲にあることが好ましい。

【0043】そして、ダクトの壁体の断面形状により増

速した風のエネルギーを効率良く羽根車に伝えるため、羽根車を、ダクトの内径が最小になる位置からダクト中心軸に沿って、ダクトの中心軸方向の長さの±25%の範囲の位置に配置することが好ましい。羽根車は、ダクトの内径が最小になる位置からダクト中心軸に沿って、ダクトの中心軸方向の長さの±20%の範囲の位置に配置することがより好ましく、±15%の範囲の位置に配置することがさらに好ましく、±10%の範囲の位置に配置することが特に好ましい。

10 【0044】一方、羽根車の前方において風の乱れが生じると、羽根車の受ける（羽根車を回転させる）風のエネルギーが小さくなるため、羽根車の中心軸の前端部が、円錐形状もしくは側面が膨らんだ円錐形状をなしている（このような形状をした部分は、一般にコーンと呼ばれている）ことが好ましい。コーン38とダクト9は、どちらもダクト内部を通る風の流路を狭める働きをするので、羽根車36の受ける風の速度をより速くすることができる。

20 【0045】羽根車36には、羽根37を2乃至5枚の範囲で設けることが好ましい。羽根車の羽根が1枚であると、羽根が受ける風の量が小さく、発電効率が低い。そして、羽根の数が増加するに従い、羽根から発生する渦が多くなり発電効率が低下し、加えて羽根の回転による騒音も大きくなる。従って、羽根車の羽根の枚数は、実用的には、前記の範囲にあることが好ましい。また、羽根車の直径が大きいと、必然的に風力発電装置が大型化し、重量も大きくなるため、羽根車の直径は0.3乃至5mの範囲にあることが好ましい。

【0046】

30 【発明の効果】本発明により、発電の安定性に優れ、そして実用的な発電量が得られる極めて小規模の風力発電装置集合体を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の風力発電装置集合体の一例の構成を示す正面図である。

【図2】図1に示す風力発電装置集合体の側面図である。

【図3】本発明の風力発電装置集合体における、軸受けと支柱の接続部の一例の構成を示す断面図である。

40 【図4】本発明の風力発電装置集合体における、軸受けと支柱の接続部の別の一例の構成を示す断面図である。

【図5】本発明の風力発電装置集合体に用いる風力発電装置の一例の構成を示す部分断面図である。

【図6】図3に示す風力発電装置の正面図である。

【図7】本発明の風力発電装置集合体の別の一例の構成を示す正面図である。

【図8】本発明の風力発電装置集合体のさらに別の一例の構成を示す正面図である。

50 【図9】本発明の風力発電装置集合体のさらに別の一例の構成を示す正面図である。

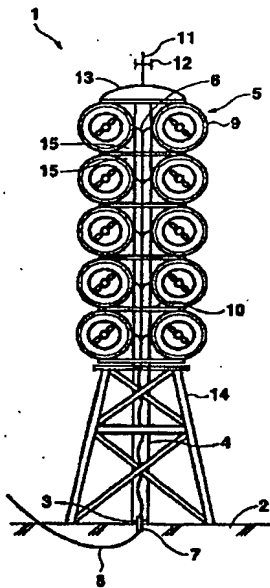
【図10】図9に示す風力発電装置集合体の平面図である。

【符号の説明】

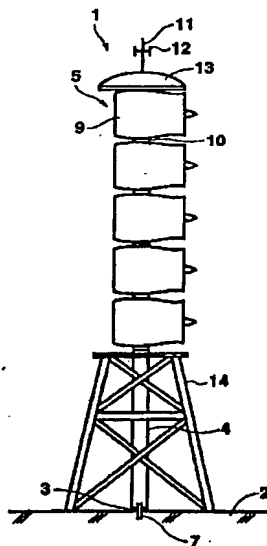
- 1 風力発電装置集合体
- 2 地球表面
- 3 軸受け
- 4 支柱
- 5 風力発電装置
- 6 集電ケーブル
- 7 スリッピング
- 8 送電ケーブル
- 9 円筒状ダクト
- 10 支持部材
- 11 避雷針
- 12 風向風速計
- 13 容器
- 14 支持台
- 15 空気流通路
- 21 転がり軸受け
- 22 基礎コンクリート
- 23 アンカーボルト

- * 24 取り付けボルト
- 25 すべり軸受け
- 26 軸受け枠体
- 27 円筒状滑り部材
- 28 円盤状滑り部材
- 31 壁体断面
- 32 柱状部材
- 33 筒状容器
- 34 回転軸
- 10 35 発電機
- 36 羽根車
- 37 羽根
- 38 コーン
- 41 風力発電装置集合体
- 42 支柱
- 43 軸受け
- 44 上部フレーム
- 45 垂直フレーム
- 46 車輪
- 20 47 補助フレーム
- * 48 固定具

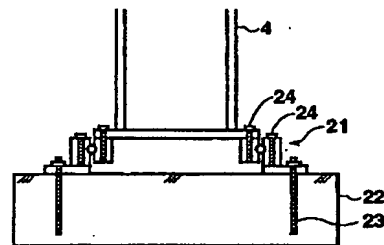
【図1】



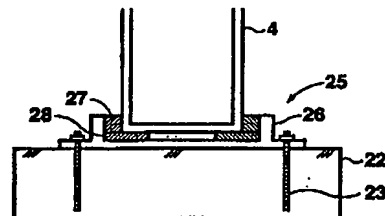
【図2】



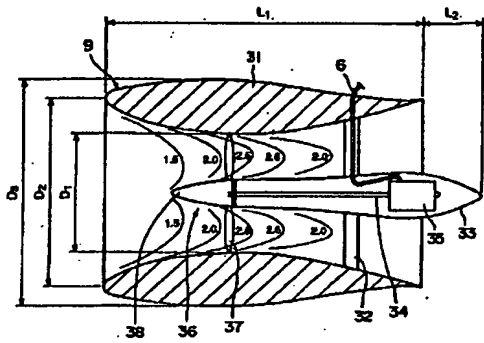
【図3】



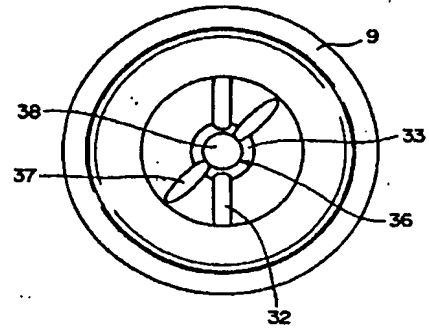
【図4】



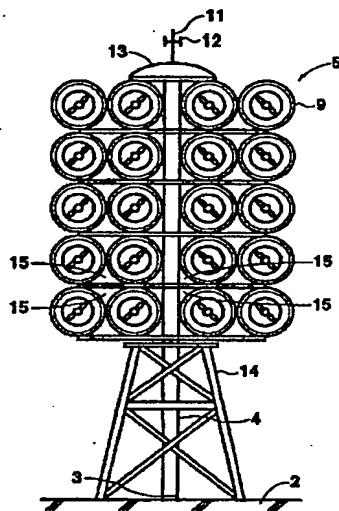
【図5】



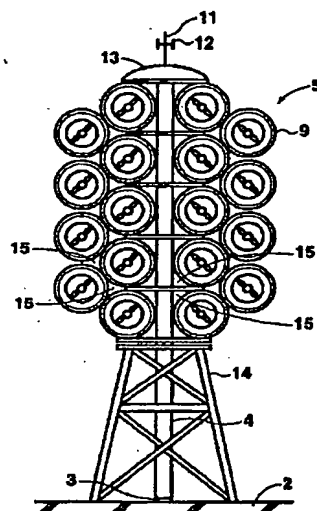
【図6】



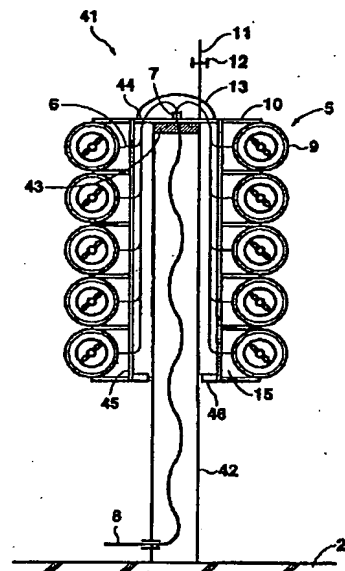
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

